جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و یکم، پاییز ۱۳۹۸

صص ۱۸٤-۱٦۷

DOI: https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.79594

ارزیابی تغییرات فضایی- زمانی شکل شهرهای ساحلی استان خوزستان با به کارگیری سنجه‌های سیمای سرزمین

سکینه فجر- گروه جغرافیا، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران

مریم ایلانلو[1] - گروه جغرافیا، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۸ تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/٦/۳

چکیده

امروزه گسترش شهرها و روستاها سبب تسلط بیشتر انسان بر محیط‌زیست شده است، این امر سبب وقوع تغییرات محیطی بسیاری شده است. هدف از این پژوهش بررسی تغییر زمانی و فضایی چهار شهر ساحلی استان خوزستان (بندر امام‌خمینی (ره)، بندر ماهشهر، آبادان و خرمشهر) با به کارگیری سنجه‌های آمایش سرزمین طی دوره ۲۰ ساله ۲۰۱۸-۱۹۹۸ برای تعیین دقیق الگوی مکانی –زمانی تغییرات می‌باشد. روش تحقیق حاضر کمی بوده و منطق حاکم بر آن استقرایی است. برای استخراج نقشهٔ پوشش اراضی داده‌ها از طریق تصاویر ماهواره‌ای حاصل از ماهوارهٔ لندست متعلق به دوسال ۲۰۱۸ و ۱۹۹۸ که توسط سنجنده‌های OLI و MSS5 برداشت شده است، تصاویر در چهار طبقهٔ اصلی مسکونی (شهر)، مناطق دارای پوشش گیاهی، زمین‌های مرطوب (رودخانه) و بایر دسته‌بندی شدند. پس از تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین از نرم‌افزار Fragstats و TerrSat جهت استخراج سنجه‌های سیمای سرزمین در دو سطح کلاس و سیما استفاده شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که شهر آبادان در سیمای سرزمین دارای الگوی Aggregation, Attrition و Dissection در شهر بندر امام خمینی (ره) Aggregation, Attrition خرمشهر دارای Creation, Attrition و Dissection و در بندر ماهشهر سه شاخص Creation, Attrition و Aggregation مشاهده می‌شود. همچنین در هر چهار شهر مورد بر مساحت مناطق مسکونی در بازه زمانی افزوده شده است.

کلیدواژه‌ها: تغییرات فضایی- زمانی، سنجه‌های سیمای سرزمین، نرم‌افزار Fragstats، کاربری اراضی.

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۹۹۲۱۰۸٤۳ Email: m.ilanlou@mhriau.ac.ir

۱- مقدمه

سیمای سرزمین، چیدمانی است که در آن ترکیبی از اکوسیستم‌های محلی یا کاربری‌های سرزمین در یک منطقه و در فرم مشابهی تکرار شده‌اند (Apan et al,2002). سیمای سرزمین سیستمی پویا است و انسان به‌طور مداوم بر آن تأثیر می‌گذارد. بسته به‌شدت اثری که انسان بر سیمای سرزمین دارد، فشار و تغییراتی که بر آن وارد می‌شود افزایش پیدا می‌کند که نتیجه‌ی آن تغییر سیمای سرزمین در طول زمان می‌باشد (Gökyer,2013). سیمای سرزمین در سرتاسر دنیا به واسطهٔ رشد شهرنشینی و افزایش جمعیت، به‌سرعت در حال تغییرند (کرمی و فقهی، ۱۳۹۰). مناظر شهری ترکیبی از اجزای طبیعی و انسانی است. در چند دهه گذشته، گسترش شهرها با رشد بی‌سابقه‌ای در شهرهای سراسر جهان رخ داده است. نگرانی عمده این توسعه سریع، تأثیرات عمیق آن بر اکوسیستم‌های شهری و تنوع زیستی به علت تکه تکه شدن است. این امر موجب افزایش علاقه بین محققان اکولوژی، به بررسی ساختار مناظر شهری و پیامدهای زیست‌محیطی توسعه فیزیکی شهرها شده است(Fan & Myint, 2017) . تعامل بین الگوهای سیمای سرزمین و فرآیندهای زیست‌محیطی از مباحث مهمی است، که بوم‌شناس‌های سیمای سرزمین به آن می‌پردازند (Wu,2009) و تعیین ویژگی‌های کمی این الگوی فضایی گام مهمی در این تعامل می‌باشد (Buyantuyev, & Wu, 2010)تحلیل شکل، اندازه و خصوصیات مکانی لکه‌های تشکیل دهندهٔ در درون سیمای سرزمین، از موضوعات مهم روز است(Plexida et al, 2014) . این مطالعات با توسعه رشته‌هایی مانند سنجش‌ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و اکولوژی سیمای سرزمین بیشتر گسترش یافته است (Meliadis, & Kassioumi, 2010). روش‌های سنتی برای بررسی تغییرات کاربری‌های اراضی و پوشش اراضی مانند نقشه‌برداری زمینی، عموماً وقت‌گیر و پرهزینه بوده است و به مهارت‌های خاص نیاز دارد، ولی تقریباً در دهه‌های گذشته اطلاعات زیادی درباره سطح زمین و پدیده‌های آن توسط سنجنده‌های فضایی و هوایی تهیه شده است که این خود مرهون توسعه علم سنجش‌ازدور، در دهه‌های اخیر می‌باشد. همزمان با این تغییرات نیز روش‌ها و الگوریتم‌های متنوع برای بررسی روند تغییرات کاربری‌ها به وجود آمده است (نظرنژاد و همکاران، ۱۳۹۷: ٢٤). ازجمله الگوریتم‌هایی که برای کمی کردن خصوصیات مکانی لکه‌ها، کلاس و یا کل سیمای سرزمین به کار گرفته می‌شود، سنجه‌های سیمای سرزمین‌اند(Miller & Brewer, 2018). سنجه‌ها بهترین راه برای مقایسهٔ وضعیت سیمای سرزمین‌های مختلف است. این سنجه‌ها می‌توانند به‌عنوان اساس مقایسه سناریوهای متفاوت سیمای سرزمین، یا شناخت تغییرات وضعیت سیمای سرزمین در طی زمان باشند. سنجه‌ها ابزار مناسبی برای طراحی و یافتن ارتباط دقیق بین ساختار و عملکرد کاربری‌های مختلف سیمای سرزمین هستند (Fan & Myint, 2017). مرتبط کردن الگوی مکانی گسترش شهری به فرآیندهای بوم‌شناسی سیمای سرزمین نیازمند استفاده از روش‌های تجزیه‌وتحلیل مکانی و کمی است (مرادی و همکاران، ۱۳۹٤).

در سال‌های اخیر در جهان و ایران مطالعات زیادی در زمینه مزایای سنجه‌های سیمای سرزمین و کاربرد آنها در بررسی تغیرات زمانی و توزیع مکانی پوشش اراضی انجام شده است. بحث‌های علمی اکولوژی سیمای سرزمین در دهۀ ۱۹۸۰ میلادی مطرح شده و در دهۀ ۱۹۹۰ به‌سرعت افزایش یافته است (نوحه‌گر، جباریان امیری، و افراخته، ۱۳۹٤). البته ریشۀ اصلی استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در پژوهش O'Neill et al (۱۹۸۸) است و بسیاری از شاخص‌ها و سنجه‌ها در طول زمان برای الگوهای متفاوت سیمای سرزمین توسعه پیدا کرده است. Briassoulis (۲۰۰۰) در کتاب الگوهای تحلیلی تغییر کاربری زمین، بر اساس معیار سنت نظریه‌پردازی، گونه‌شناسی سه‌گانه‌ای را برای دسته‌بندی تئوری‌های موجود تغییر کاربری/ پوشش زمین در سه قلمرو اصلی به‌کار گرفته است: ۱.سنت نظریه‌پردازی اقتصاد شهری و منطقه‌ای؛ ۲.سنت نظریه‌پردازی جامعه‌شناختی (و اقتصاد سیاسی)؛ ۳. سنت نظریه‌پردازی طبیعت – جامعه (یا انسان – طبیعت). De Barros Ferraz et al (۲۰۰۵) با استفاده از سنجه‌های اندازه، شکل، تراکم، توزیع و همسایگی تخریب سریع جنگل‌های آمازون را در روندونیا برزیل بررسی کردند و اظهار داشتند در صورت ادامه این روند وسعت چشمگیری از این جنگل‌ها رو به نابودی خواهد رفت. Deng et al (۲۰۰۹) با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور، آشکار سازی تغییرات و سنجه‌های سیمای سرزمین از قبیل تعداد لکه، تراکم لکه، تراکم حاشیه، شاخص سزرگترین لکه، میانگین مساحت لکه، شاخص شکل سیمای سرزمین و شاخص تنوع شانون، به ارزیابی تغییرات سرزمین در یک دوره ده ساله واقع در ۱۹۹٦ الی ۲۰۰٦ در شهر هانگزو سواحل شرقی چین پرداختند. نتایج آنها رشد سریع شهری را ناشی از تغییر لکه‌هایی از سایر کاربری‌ها (مرتع، کشاورزی و آب) به کاربری شهری نمایش داد و بیان داشتند در طول این ده سال، پس زمینه سیمای سرزمین از کشاورزی به شهری تغییر کرده است.Plexida et al (۲۰۱٤) با استفاده از ۱۷ سنجه سیمای سرزمین به انتخاب کارآمدترین و بهترین این سنجه‌ها به‌عنوان شاخص‌های ناهمگونی فضایی در مناطق یونان پرداختند. نتایج تجزیه‌وتحلیل آن‌ها نشان داد که شاخص تراکم حاشیه، ابعاد فراکتال، غنای نسبی و همبستگی برای توصیف مناطق مورد مطالعه صرف نظر از مقیاس مناسب‌تر می‌باشند. Fan & Myint (۲۰۱۷) با استفاده از سنجه‌های تراکم حاشیه، تعداد لکه‌ها، مساحت لکه‌ها، همبستگی لکه‌ها به بررسی تغییر کاربری اراضی در شهر فونیکس در جنوب غرب آمریکا پرداختند. نتایج آنها نشان می‌دهد که تعداد لکه‌های کاربری شهری در طی بازه زمانی مورد مطالعه افزایش قابل توجهی داشته است. Millera & Brewer (۲۰۱۸) با استفاده از سنجه‌ها به ارزیابی پایش سیلاب در مناطق شهری جنوب انگلستان پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد برآورد شاخص سیلاب با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین که نشان‌دهنده فاصله هیدرولوژیکی نسبت لکه‌ها و همبستگی آنها به مناطق شهری است، می‌تواند بهبود یابد.

در ایران نیز تحقیقات مشابهی در طی این سال‌ها صورت گرفته است که در ذیل به برخی از آنها اشاره خواهد شد. فقهی و کرمی (۱۳۹۰) به بررسی کردن کمی کردن سنجه‌های سیمای سرزمین در حفاظت از الگوی کاربری

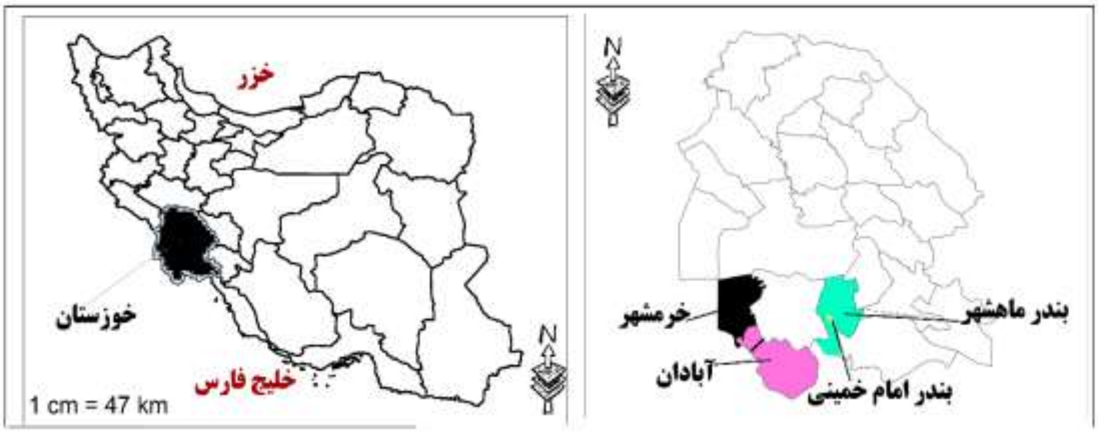
اراضـی پایدار در اسـتان کهگیلویه و بویراحمد پرداختند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که هرچه درصد و تراکم مناطق مسـکونی در منطقه بیشـتر باشـد، تراکم لکه و شـکل لکه‌ها افزایش می‌یابد، و اندازۀ لکه اتصـال و پیوسـتگی سـیمای سـرزمین هم کاهش می‌یابد. سـلیمان‌نژاد و همکاران (۱۳۹۳) با اسـتفاده از سنجه‌های منتخب سیمای سرزمین شـامل (سـطح طبقه، تراکم لکه، درصـد مسـاحت از سـیمای سـرزمین، میانگین سـطح لکه، شـاخص بزرگترین لکه، شـاخص شـکل سـیمای سـرزمین، میانگین فاصـله اقلیدوسـی نزدیک‌ترین همسـایه، میانگین شـاخص شکل لکه) به بررسـی الگوی مکانی پارک‌های تهران پرداختند. نتایج آن‌ها نشـان می‌دهد پارک‌های محله‌ای از الگوی مکانی بهتری نسـبت به سـایر طبقه‌ها برخوردار بوده و سـنجه‌ها نتایج به نسـبت مطلوب‌تری را برای این طبقه ارائه دادند. در مقابل نتایج کمی به دسـت آمده از محاسـبه سـنجه‌ها برای پارک‌های منطقه‌ای، بیانگر نامناسـب‌ترین وضـعیت مکانی این پارک‌ها در میان سـه طبقه مورد بررسـی در سـطح شـهر تهران بود. رضایی و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از ۱۲ سنجۀ سـیمای سـرزمین به بررسـی میزان تغییرات فضـایی- زمانی شـکل شـهرهای سـاحلی و غیرسـاحلی اسـتان مازندارن پرداختند. نتایج نشـان داد مقدار سـنجۀ NP برای طبقۀ کشـاورزی چهار شهر مورد بررسی افزایش یافته، که نشان‌دهندۀ پدیدۀ خردشـدگی، کاهش پیوسـتگی و وجود اختلال در کاربری کشـاورزی است. علاوه بر این، یافته‌ها روند افزایشی تعداد لکه‌ها را در دو شـهر قائمشـهر و بابلسـر نشـان داد که گویای وجود سـاختار ریزدانه‌ای در این دو شـهر اسـت. همچنین، کاهش سـنجۀ ENN-MN برای قائمشـهر نشـان‌دهندۀ مرکزیت بالا اسـت. به‌طور کلی، تفاوت بارزی بین شهرهای ساحلی و غیرساحلی از جنبه‌های فشردگی و پیچیدگی مشاهده نشد.

در این پژوهش، با توجه به مسـائل یاد شـده هدف این تحقیق، بررسـی روند تغییرات فضایی – زمانی در ۲۰ سال اخیر (از ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ م) در شـهرهای سـاحلی آبادان، ماهشهر، بندر امام خمینی (ره) وخرمشهر است که برای اولین بار با اسـتفاده از سـنجه‌های آمایش سرزمین به تجزیه وتحلیل وارائه راهبردها و راهکارهای در جهت بهبود برنامه‌ریزی کیفی صـورت می‌پذیرد. این شـهرها به علت قرار گرفتن در ساحل استراتژی خلیج فارس، صادرات و واردات دریایی، وجود شـرکت پالایشـگاه نفت، وجود زمین‌های کشـاورزی ونخلسـتان‌ها، کارخانه‌های پتروشـیمی، همجواری با کشـورهای عراق وکویت، شرایط مناسب صید وصیادی و جاذبه‌های گردشگری از لحاظ سیاسی- اقتصادی، اجتماعی از اهمیت راهبردی و اقتصـادی بالایی برخوردار اسـت؛ بنابراین مدیریت کاربری اراضـی در چنین منطقه‌ای به مطالعه وارزیابی دقیقی نیاز دارد. در همین راسـتا تکنیک سـنجش‌ازدور می‌توان با صـرف وقت وهزینه کمی اطلاعات مناسب از روند مدیریت گذشته وکنونی ارائه و راهکارهای مدیریتی مناسب را جهت بهبود مدیریت آینده منطقه ارائه دهد.

۲- منطقه مورد مطالعه

شـهرهای آبادان وخرمشـهر، ماهشهر، بندر امام‌خمینی (ره) با مساحتی ۵۸۲۷ هکتار در جنوب‌غرب ایران در استان خوزسـتان واقع شـده‌اند (شـکل ۱). این مناطق در همجواری با کشـورهای عراق وکویت می‌باشد که با داشتن ظرفیتی

از قبیل حمل ونقل جاده‌ای، ریلی و دریایی و هوایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار اســت. منطقه آزاد صــنعتی و تجاری اروند در شــهرهای آبادان وخرمشــهر در ســال‌های اخیر اهمیت وموقعیت تاثیرگذار این دو شــهر را دو چندان کرده اســت. خرمشــهر به جهت واقع شــدن در مجاورت خلیج فارس و کشــور عراق، از اهمیت اســتراتژیک اقتصــادی و تجاری و ســیاســی ویژه برخوردار است. شهرهای بندر امام خمینی (ره) و ماهشهر در قسمت شرقی شهرهای آبادان و خرمشــهر واقع شــده‌اند و به لحاظ داشــتن موقعیت بندری و وجود مناطق ویژه پتروشــیمی از اهمیت اســتراتژی بسیار بالائی برخوردارند.



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه

۳- مواد و روش‌ها

روش تحقیق از نوع کمی بوده و منطق حاکم بر آن اســتقرایی اســت. رویکرد تحقیق توصــیفی اســت و از آن برای فهم ماهیت موضــوع اســتفاده می‌شــود. داده‌ها از طریق تصــاویر ماهواره‌ای حاصل از ماهوارهٔ لندست متعلق به دو سال ۲۰۱۸و ۱۹۹۸ میلادی که توســط سنجنده‌های OLI و MSS5 برداشت شده است، با توان تفکیک ۳۰ متر جمع‌آوری شــد که تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ به توان ۱۵ متر در نرم‌افزار ENVI 5.3 تبدیل شد. این تصاویر در نرم‌افزار ENVI 5.3 براســاس الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی شــدند. برای اســتخراج نقشــهٔ پوشش اراضی و آشکارسازی تغییرات تصــاویر حاصــل از طبقه‌بندی، تصــاویر در چهار طبقهٔ اصــلی مسکونی (شهر)، مناطق دارای پوشش گیاهی، زمین‌های مرطوب (رودخانه) و بایر با توجه به پوشــش ســرزمین دســته‌بندی شــدند. ســپس دقت نقشــه‌های به دســت آمده از الگوریتم حداکثراحتمال برآورد گردید. پس از تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین از نرم‌افــزار Fragstats[1] جهت استخراج

---

۱ FRAGSTATS نرم افزاری است که در این زمینه به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. FRAGSTATS یک برنامه تجزیه تحلیل الگوی فضایی برای کمی کردن ساختار (برای مثال ترکیب و توزیع) سیمای سرزمین است. یک برنامه نرم‌افزاری کامپیوتری طراحی شده برای

سنجه‌های سیمای سـرزمین در دو سطح کـلاس و سـیما اسـتفاده شـد. در مجمـوع ۸ سـنجه جهـت کمـی‌سـازی سـیمای سـرزمین اندازه‌گیری شـدند کـه خـصوصیات آنهـا در جـدول۱ آورده شده است.

جدول ۱- فرمول‌های محاسباتی سنجه‌های مورد استفاده در این مطالعه

سنجه	مخفف	فرمول محاسباتی	واحد	محدوده تغییرات
مساحت	TA	$TA=A\frac{1}{10000}$	هکتار	TA>0
تعداد لکه‌ها	NP	NP=N	واحد ندارد	$NP\geq 1$
پوشش سیمای سرزمین	PLAND	$PLAND = \frac{\sum_{k=1}^{m} eij}{}100$	درصد	0< PLAND <100
بزرگ‌ترین لکه	LPI	$LPI = \frac{max_{j=1}^{n} (a_{ij})}{A} (100)$	درصد	0< LPI<100
تراکم حاشیه	ED	$ED = \frac{\sum_{i}^{k} 1\ eik}{A}$	متر در هکتار	ED>0
کل حاشیه	TE	$TE = \sum_{k=1}^{m} e_{ik}$	متر	$TE \geq 0$
آنتروپی نرمال‌سازی	NE	$E = -\sum (P * ln(P))/ln(n)$	ندارد	$0 \leq NE \geq 1$
غنای نسبی	RR	R=n/nmax*100	درصد	$0 \leq RR \leq 100$

(مختاری و سیاح نیا، ۱۳۹۶)

٤-نتایج و بحث

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

طبقه‌بندی تصـاویر توانسـت چهار کلاس کاربری شـامل، مناطق مسـکونی، مناطق دارای پوشش‌گیاهی، رودخانه و زمین‌های بایر برای مناطق مورد مطالعه تفکیک نماید. ضـریب کاپا[1] برای نقشه پوشش اراضی سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۸ (جدول ۲) نمایانگر صحت بالای نقشه‌های تولید شده است.

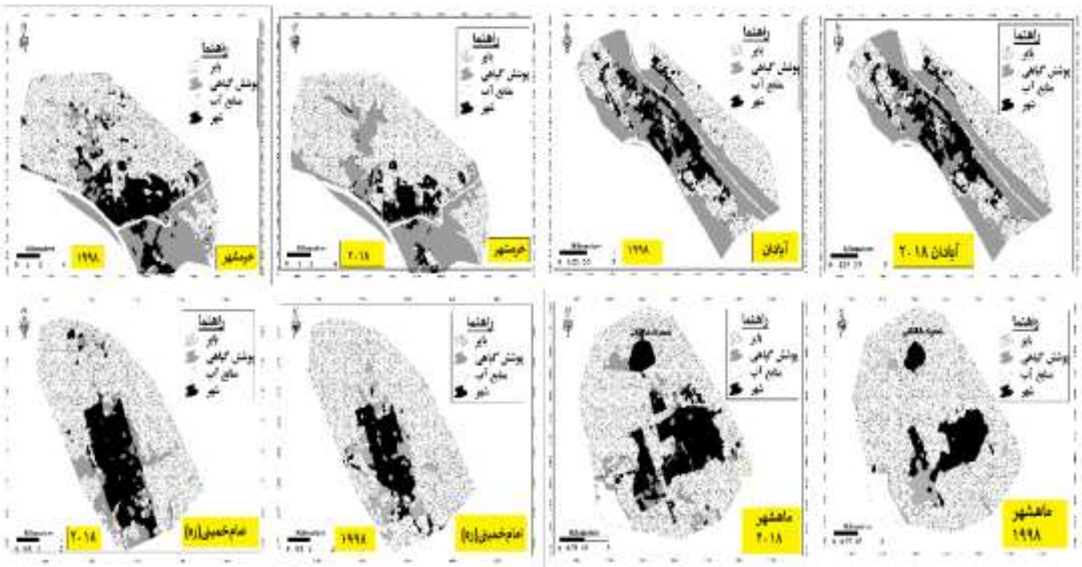
طیف گسترده‌ای از متریک‌های سیمای سرزمین برای الگوهای نقشه طبقه بندی است. نسخه اصلی برای عموم در سال ۱۹۹۵ منتشر شد. از آن زمان صدها نفر از متخصصان از این نرم افزار استفاده می‌کنند. این نرم‌افزار هردو فرمت وکتور و رستری را پشتیبانی می‌کند.

1 Kappa Coefficient

جدول ۲- ارزیابی صحت طبقه‌بندی

شهر	۱۳۷۷		۱۳۹۷	
	صحت کلی	ضریب کاپا	صحت کلی	ضریب کاپا
بندر ماهشهر	۰/۹٤	۰/۹۲	۰/۹۸	۰/۹۷
بندر امام خمینی (ره)	۰/۹٤	۰/۹۱	۰/۹۷	۰/۹٦
خرمشهر	۰/۹۷	۰/۹٤	۰/۹۷	۰/۹٥
آبادان	۰/۹٦	۰/۹۳	۰/۹٦	۰/۹٤

(یافته‌های تحقیق- نگارندگان، ۱۳۹۷)



شکل۲- نقشه کاربری اراضی مناطق مورد مطالعه (ترسیم- نگارندگان، ۱۳۹۷)

تجزیه‌وتحلیل سنجه‌ها در سطح کلاس

جدول۳ نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح کلاس در دو سال ۱۹۹۸ و ۲۰۱۸ م در چهار مناطق بندر امام خمینی (ره)، آبادان، خرمشهر و بندر ماهشهر را نشان می‌دهد. مطابق با پارامترهای به دست آمده از نرم‌افزار Fragstats، می‌توان استنباط کرد میزان ارزش CA[1] همانطور که در جدول۳ مشاهده می‌شود، در کلاس‌ها بدین گونه است که میزان مساحت مناطق مسکونی در هر چهار شهر در طی این چهار سال افزایش داشته است و بر مساحت مناطق

۱ مساحت سطح کلاس. Total (Class) Area یکی از گویاترین سنجه‌ها برای نشان دادن ترکیب سیمای سرزمین است، بیان می‌کند چه مقدار از سیمای سرزمین توسط یک طبقه اشغال شده است که هر چه به سمت صفر میل کند، به این معنا است که طبقهٔ مربوطه به طور فزاینده در سطح سیمای سرزمین نایاب است.

مسـکونی افزوده شـده اسـت. میزان مسـاحت کاربری پوشـش گیاهی در دو شهر خرمشهر وآبادان رو به کاهش بوده است و

جدول ۳- نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح کلاس در طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸م (۱۳۹۷-۱۳۷۷ ش)

شهر	سال	کاربری	CA	NP	PLAND	LPI	TE	ED
آبادان	۱۹۹۸(۱۳۷۷)	بایر	۵۳۲٦	۵۳	۵۸/۹	۳۰/۵	۳۰٤۳۸۰	۱۰/۱
		گیاه	٤۷٦۰/۹	٤۳	۲۹/۲	۷/۹	۳۳۳۰۹۰	۱۱/۱
		مسکونی	۲۲۵۵	۵۱	۸/۲	۵/٤	۳۰٤۳۸۰	۷/٦
		منابع‌آب	۵۳۱/۳	۱۲	۳/۵	۲/٤	۱۱٤۲۷۰	۳/۵
	۲۰۱۸(۱۳۹۷)	بایر	۵۵۵٤/۷	٤۵۳	٦۲/۱	۲۸/٦	۱۰٦۷۵۵۵	۳٦
		گیاه	۳۱٦۵/۵	۲٦٦	۱۷/۹	۳	۷۷٦٦۸۵	۲٦/۲
		مسکونی	۳٤۹۲/۵	۳۷۰	۱٤/۳	۸/٦	۷٦۰۸٦۰	۵/٦
		منابع‌آب	٦٦۰/٦	٦٤	۵/۵	۲/۸	۲۵۸٤۹۵	۸/۷
خرمشهر	۱۹۹۸(۱۳۷۷)	بایر	۸۲٤۷	۲۸	٦۰/۹	۳۵/۱	۲۹۲۲۱۵	۱۰/۵
		گیاه	۳۵۹۲	۳۳	۲۱/٦	٦/٤	۳٤۱۵٦۵	۵/۳
		مسکونی	۱۱٦٤/٦	۳۳	۱۲/۵	۵/۲	۲٦٤۹۵٤	۹/۵
		منابع‌آب	۵٦٤/۹	۳	٤/۸	۳/۷	۱۲٤٤۲۵	۹/۳
	۲۰۱۸(۱۳۹۷)	بایر	۷۵٤٤/۸	۲۰	٦۵/۵	۳۷/۲	۲۵۷٤۰۰	۹/۳
		گیاه	۲۹۰۳/٦	۸۰	۲٤/٤	۵/٦	۳۳۰۲۷۰	۱۱/۹
		مسکونی	۲٤٤۳/۲	۸٤	۵/۹	۸/٤	۱٦۲٤۵۰	۵/۸
		منابع‌آب	٦۷۷/۲	۱۳	٤	۳/۷	۱۱۳۳٤۰	٤
بندر امام‌خمینی (ره)	۱۹۹۸(۱۳۷۷)	بایر	۲٤۹۷/۸	۱٤	۸۰/۳	۷۸/٤	۹۹۹۰۰	۱۷/٤
		گیاه	۳۰۲/۵	٤۰	۸/۱	۱/۳	۸۲۸۹۰	۱٤/٤
		مسکونی	٤۷۲	۲۹	۸/۹	۷/۵	۵۲۹۸۰	۹/۲
		منابع‌آب	۲٦/۹	۸	۲/٦	۳/۹	۱۵٦۹۰	۲/۷
	۲۰۱۸(۱۳۹۷)	بایر	۲۲۵۰/٦	۲۱	۷۵/۲	٦۲/۵	۹۸۵۲۰	۱۷/۲
		گیاه	۳۳۵/۹	٤۵	۱۰/۹	۱/٦	۹۰٦۷۵	۱۵/۸
		مسکونی	۷۰۲/۳	۳۱	۱۲/۷	۱۱/۸	۵٦۷۳۰	۹/۹
		منابع‌آب	۱۰/٤	۸	۰/۹	۰/۷	٦۹۱۵	۱/۲
بندر ماهشهر	۱۹۹۸(۱۳۷۷)	بایر	٦۳٤٦	۲	۸۱/۷	۸۱/۳	۷۱۷۰۰	٦/۲
		گیاه	۳٦۳/۳	۲۲	۳/۸	۱/۹	٤٦۵۳۰	٤
		مسکونی	۹۲۵/۱	۱۲	۸/۱	۵/۳	٤۵۸۷۰	٤
		منابع‌آب	۳۱۸/۳	۱	٦/۲	٦/۲	۱۱۲۲۰	۰/۹
	۲۰۱۸ (۱۳۹	بایر	۵۵۱۸/۱	٤	۷٤/۵	۷٤/۱	۱٤٦٤۰۰	۱۲/۷

ادامه جدول ۳

شهر	سال	کاربری	CA	NP	PLAND	LPI	TE	ED
		گیاه	۵۱۹/۲	٦٨	۵/٦	۱/۱	۱۲۱۰٦۵	۱۰/۵
		مسکونی	۱٦۲۳/۱	٤۱	۱٤/۱	۷/۹	۱۰٤۲۸۰	۹/۱
		منابع‌آب	۲۹۲/۲	٦	۵/٦	۵/۳	۲۲۳٦۵	۱/۹

(یافته‌های تحقیق، نگارندگان، ۱۳۹۷)

روند نزولی داشته است و از میزان پوشش‌گیاهی منطقه کاسته شده است. در حالی‌که در دو شهر بندر امام‌خمینی (ره) و بندر ماهشهر کاربری پوشش گیاهی روند رو به افزایش داشته است و بر میزان پوشش گیاهی منطقه افزوده شده است.

سنجه NP[1] که در مطالعه حاضر در هر چهار شهر مورد مطالعه بیش‌ترین تغییر در طول این بازه زمانی در تعداد لکه‌ها مربوط به کلاس مناطق مسکونی بوده است که این افزایش بیانگر خردشدگی، کاهش پیوستگی و وجود اختلال در سرزمین است که در نتیجه گسترش اراضی مناطق مسکونی ایجاد شده است. مقایسه تراکم لکه در سطح کلاس نشان داد گسترش مناطق مسکونی، توسعه فعالیت‌ها و تغییرات کاربری موجب شده تراکم لکه‌های پوشش گیاهی افزایش یابد و حالت تکه‌تکه بیش‌تری را نسبت به سایر کلاس‌ها داشته باشد. افزایش NP در کلاس پوشش‌گیاهی بیان می‌کند چگونه گسترش شهری به تکه‌تکه شدن لکه‌های بزرگ پوشش‌گیاهی به لکه‌های کوچکتر در هر چهار شهر منجر شده که این مسئله به ساختار ریزدانه‌ای در منطقه منجر می‌شود. افزایش لکه‌ها در کلاس پوشش‌گیاهی و کاهش مساحت آن در دو شهر خرمشهر و آبادان دو شاخص مهم تجزیه بوده و نشان‌دهندهٔ روند تخریب و تجزیهٔ سیمای سرزمین به صورت افزایشی بوده است. در شهر ماهشهر کلاس بایر از یکپارچگی برخوردار است. همین طور کم‌ترین تکه‌تکه شدن لکه‌ها در بندرامام خمینی (ره) به چشم می‌خورد که این امر بیانگر ساختار درشت دانه است. بررسی درصد پوششی سیمای سرزمین[2] (PLAND) در چهار منطقه بیانگر این مطلب می‌باشد که در شهرهای آبادان و خرمشهر درصد اراضی بایر و مناطق مسکونی افزایش داشته است در حالی‌که پوشش‌گیاهی در منطقه کاهش محسوس داشته است. در حالی‌که در دو شهر ماهشهر و بندر امام خمینی (ره) اراضی بایر روند کاهشی داشته‌اند و مناطق مسکونی و پوشش گیاهی افزایش داشته‌اند. البته افزایش پوشش گیاهی چندان محسوس نبوده است.

---

۱ تعداد لکه‌ها.Number of Patches از عوامل بسیار مهم در برنامه‌ریزی سیمای سرزمین به شمار می‌رود. برای اندازه‌گیری میزان گسستگی کلاس‌ها به کار می‌رود. مقادیر آن بزرگ‌تر یا مساوی ۱ است. وقتی این مقدار برابر ۱ است که سیمای سرزمین فقط از یک کلاس یک لکه تشکیل شده باشد (کیانی و فقهی، ۱۳۹٤- ۱۳٦).

۲ Percentage of Lands درصدی از سیمای سرزمین که توسط یک کلاس اشغال شده‌است. مقادیر این سنجه بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است که صفر به این معنا است که کلاس مربوطه به طور فزآینده‌ای در سطح سیمای سرزمین کمیاب است و صد به معنای این است که سیمای سرزمین تنها از یک کلاس تشکیل شده است (کیانی و فقهی، ۱۳۹٤- ۱۳٦).

LPI[1] بیان کنندۀ میزان غلبۀ طبقه و نشـاندهندۀ تخریب یکپارچگی پوشـش اراضـی است که در اینجا کاهش این سـنجه نشـاندهندۀ تخریب در کلاس پوشـش‌گیاهی و بایر به دلیل افزایش شـهرنشینی است که شدت این امر در شهر آبادان و خرمشـهر بیشـتر از شـهرهای بندرامام‌خمینی (ره) و ماهشـهر می‌باشد (شکل ٦). در ماهشهر و بندرامام‌خمینی (ره) اراضـی بایر به دلیل گسـترش شـهرنشینی کاهش یافته‌است در حالی‌که در آبادان و خرمشهر پوشش گیاهی به این دلیل کاهش چشـمگیری داشـته اسـت. در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت علت این‌گونه تغییرات می‌تواند افزایش قیمت اراضـی، تمایل به فروش زمین‌های پوشـش‌گیاهی به افراد، افزایش شـدت سـاخت ویلا و شـهرک‌های مسـکونی (به خصـوص در شـهر آبادان و خرمشهر)، مهاجرت به این شهرها (این امر در شهر ماهشهر و بندرامام‌خمینی (ره) به دلیل وجود صـنایع پتروشـیمی به بیشتر مشاهده می‌شود)، رهاشدن زمین‌های کشاورزی و رشد صنعتی باشد. یکی از عوامل کاهش شـدید پوشـش گیاهی در شـهر آبادان شکل شهر می‌باشد که حالت جزیره‌ای دارد و از هر چهار جهت توسط آب احاطه شده است. همین امر سبب نابودی پوشش‌گیاهی در منطقه به دلیل گسترش شهرنشینی می‌باشد.

سـنجۀ کل لبه یا حاشـیه (TE)[2] از سـنجه‌های پیکره‌بندی اسـت که نشـان‌دهندۀ طول لبه‌ها و مرزهای موجود در درون سـیمای سـرزمین اسـت. مقدار این سـنجه محیط تکه‌ها را در سـطح کلاس یا سـیمای سرزمین بیان می‌کند. در شـهر خرمشـهر تکه‌های پوشش گیاهی بدون محدودیت بیشترین مقدار عددی سنجه را به خود اختصاص داده است. در حالی‌که در شـهر ماهشـهر و بندرامام خمینی (ره) و آبادان اراضـی بایر بیشـترین مقدار را به خود اختصـاص داده اسـت. اثر تکه‌تکه شـدگی سـیمای سـرزمین در شهر آبادان با افزایش تراکم لکه و تراکم حاشیه قابل مشاهده است. در تمامی چهار شـهر مقدار این سـنجه در کاربری پوشش گیاهی بیشتر از مناطق مسکونی می‌باشد که این بدین معنا است که حاشـیه‌های پوشـش گیاهی بیشـتر مورد تیمار واقع شده‌اند. از دیگر نکات قابل توجه این می‌باشد که مقدار TE در شـهر خرمشـهر در بازه زمانی مورد مطالعه افزایش نداشـته است بلکه روند کاهشی را در هر چهار کلاس داشته است، در حالی‌که در سه شهر دیگر روند افزایشی را در پیش داشته است.

---

۱ Largest Patch Index درصد از سیمای سرزمین که توسط بزرگترین لکه اشغال شده است و در واقع یک اندازه‌گیری ساده از چیرگی است. مقادیر این سنجه نیز بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است که صفر به معنای این است که بزرگ‌ترین لکه موجود در کلاس به طور فزایندهای کوچک باشد و صد به معنای این است که کل سیمای سرزمین یک لکه در کل منطقه است و در واقع بزرگ‌ترین لکه تمام سیمای سرزمین را پوشانده باشد (کیانی و فقهی، ١٣٩٤- ١٣٧).

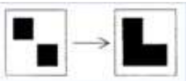
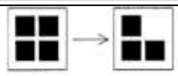
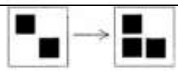
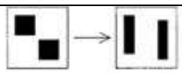
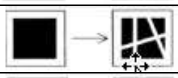
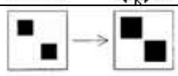
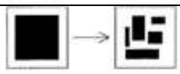
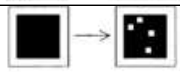
۲ Total Edge اندازه مطلق طول حاشیه کل یک کلاس معین است. مقادیر آن بزرگتر مساوی یک است و واحد آن به متر است. حاشیه کل هنگامی برابر صفر است که سیمای سرزمین فاقد حاشیه کلاس است و کاربر در کل سیمای سرزمین هیچ مرزی از سیمای سرزمین را به عنوان حاشیه‌ای که مورد تیمار قرار گیرد در نظر نمی‌گیرد.

سنجه تراکم لکه[1] (PD) در هر چهار شهر متفاوت بوده است. به نحوی‌که در آبادان و خرمشهر تمام کلاس‌ها جزء کلاس مسکونی در بازه مورد مطالعه روند افزایشی به دنبال داشته است که بیانگر افزایش تکه‌تکه شدگی سیمای سرزمین در این شهر می‌باشد. در شهر ماهشهر و بندرامام خمینی (ره) هر چهار کلاس روند افزایشی را داشته‌اند. البته لازم به ذکر است که یکپارچگی در شهر بندرامام خمینی (ره) بیشتر و در آبادان کمتر از سایر شهرها می‌باشد.

تجزیه‌وتحلیل سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین

محاسبهٔ سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین بدین معناست که کل منطقهٔ مورد مطالعه به صورت یکپارچه بوده و به طبقات مختلف تقسیم‌بندی نشده است (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹٤- ۲۰٦). جدول ٤ مقادیر کمی سنجه‌ها در مقیاس سیمای سرزمین را نشان می‌دهد. برای تهیه برخی از سنجه‌ها به صورت کیفی از نرم‌افزار TerrSat استفاده شد که از سه سنجهٔ تراکم حاشیه[2]، آنتروپی نرمال سازی شده[3] و غنای نسبی[4] استفاده شده است. شکل ٤ سنجهٔ آنتروپی نرمال سازی شده در چهار شهر آبادان، خرمشهر، بندر امام‌خمینی (ره) و بندر ماهشهر نشان می‌دهد. مقدار این سنجهٔ بین ۰ تا ۱ میل می‌کند. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود بیشترین تغییر کیفی بازه مورد مطالعه متعلق به دو شهر آبادان و ماهشهر می‌باشد که روند افزایشی داشته است.

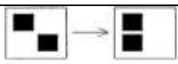
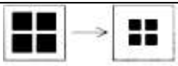
جدول ۵- توصیف شاخص‌های فرآیندهای مکانی تغییر

شکل	توضیح	نام انگلیسی
	تعداد لکه‌ها در حال کاهش بوده ولی مساحت آنها ثابت باقی مانده یا افزایش می‌یابد	Aggregation
	تعداد و مساحت لکه‌ها در حال کاهش است.	Attrition
	تعداد و مساحت لکه‌ها در حال افزایش است.	Creation
	شکل و فرم در حال تغییر است.	Deformation
	تعداد لکه‌ها افزایش یافته در حالی‌که مساحت آن‌ها کاهش می‌یابد.	Dissection
	تعداد لکه‌ها ثابت بوده ولی مساحت آن‌ها در حال افزایش است.	Enlargement
	تعداد لکه‌ها افزایش و مساحت شدیداً کاهش یافته	Fragmentation
	تعداد لکه‌ها ثابت بوده ولی مساحت آنها در حال کاهش است.	Perforation

۱ Patch Density مقایسه سیمای سرزمین با سطوح مختلف را ساده‌تر می‌کند (سلیمان‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۳- ۲۷).

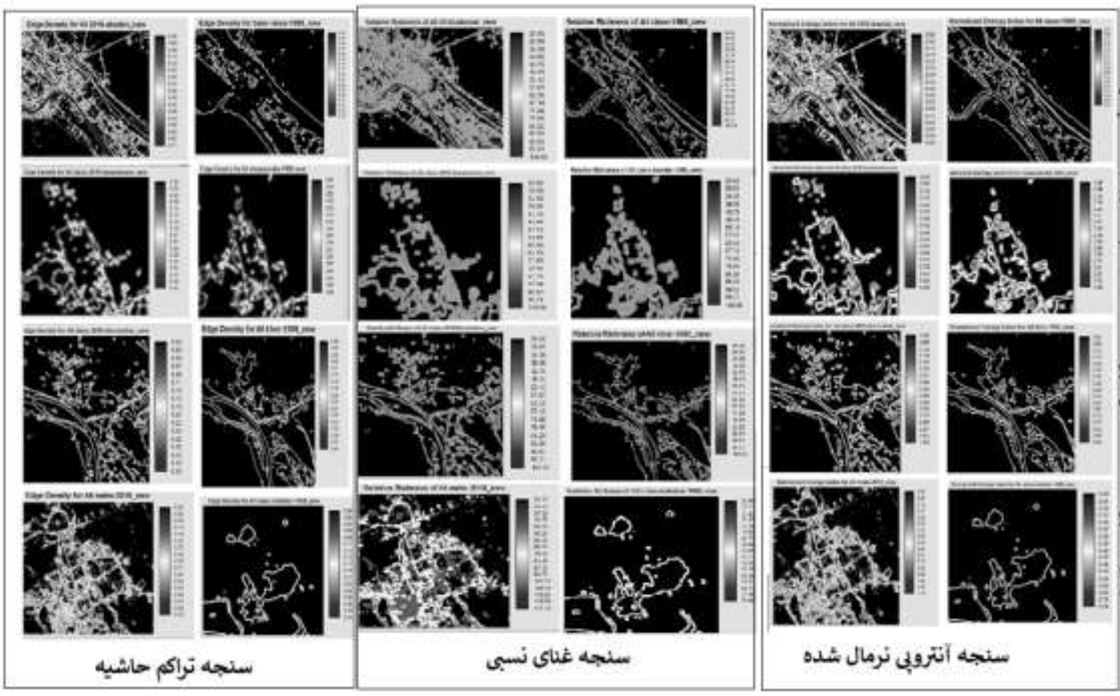
2 Edge Density
3 Entropy of Normalization
4 Relative richness

ادامه جدول ۵

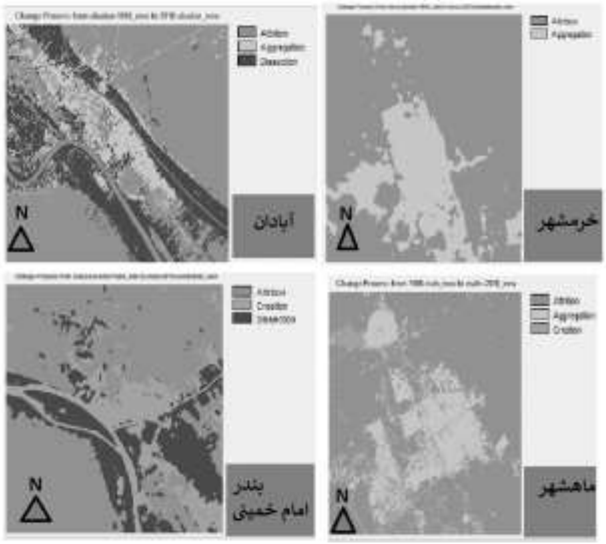
نام انگلیسی	توضیح	شکل
Shift	موقعیت مکانی در حال تغییر است.	
Shrinkage	مساحت و محیط در حال کاهش بوده ولی تعداد لکه‌ها ثابت است.	

(منبع- مختاری و سیاح نیا، ۱۳۹٦)

شکل ۳ سنجهٔ غنای نسبی در سیمای سرزمین در مناطق مورد مطالعه نشان می‌دهد. بر این اساس بیشترین تغییر و روند افزایشی متعلق شهر آبادان می‌باشد. در نهایت برای تهیه نقشه فرآیندهای مکانی تغییر از نرم‌افزار TerrSat استفاده شد که نتایج آن را در جدول ٦ شکل ٤ مشاهده می‌کنید.



شکل ۳- سنجهٔ غنای نسبی در سیمای سرزمین در مناطق مورد مطالعه بر حسب درصد



شکل ٤- شاخص‌های فرآیندهای مکانی تغییر درمناطق مورد مطالعه

جدول ٦ مساحت شاخص‌های فرآیندهای مکانی تغییر در مناطق مورد مطالعه در طی بازه زمانی ۱۹۹۸ — ۲۰۱۸ را نشان می‌دهد. بر این اساس شهر آبادان در سیمای سرزمین دارای Aggregation, Attrition و Dissection می‌باشد که بیشترین مساحت با شاخص Attrition (تعداد و مساحت لکه‌ها در حال کاهش است) است، البته این منطقه با کلاس‌های اراضی بایر و منابع آب مطابقت دارد.شاخصAggregation (تعداد لکه‌ها در حال کاهش بوده ولی مساحت آنها ثابت باقی مانده یا افزایش می‌یابد) با مناطق شهری مطابقت دارد و شاخص Dissection (تعداد لکه‌ها افزایش یافته در حالی‌که مساحت آن‌ها کاهش می‌یابد) با اراضی پوشش گیاهی در منطقه مطابقت دارد. در شهر بندر امام خمینی (ره) دو شاخص Aggregation, Attrition به چشم می‌خورند. شاخص Attrition با اراضی بایر منطقه و شاخص Aggregation با کاربری پوشش‌گیاهی و مناطق مسکونی مطابقت دارند.

شهر خرمشهر در سیمای سرزمین دارای Creation, Attrition و Dissection می‌باشد. شاخص Attrition با اراضی بایر، شاخص Creation (تعداد و مساحت لکه‌ها در حال افزایش است) با مناطق مسکونی و منابع آب، شاخص Dissection با اراضی پوشش گیاهی در منطقه مطابقت دارد.در بندر ماهشهر سه شاخص Creation, Attrition و Aggregation مشاهده می‌شود. شاخص Attrition با اراضی بایر و منابع آب ، شاخص Creation با اراضی پوشش گیاهی ، شاخص Aggregation با مناطق مسکونی در منطقه مطابقت دارد.

جدول ٦- مساحت شاخص‌های فرآیندهای مکانی تغییر در مناطق مورد مطالعه در طی بازه زمانی ۱۹۹۸ - ۲۰۱۸

شهر	نوع شاخص	مساحت (هکتار)
آبادان	Attrition	۱۷۲۳۲
	Aggregation	٤٥٥٤
	Dissection	۷۸۲۷/۲
بندر امام خمینی (ره)	Attrition	٤٣٧۲/۷
	Aggregation	۱۳٦۲/٥
خرمشهر	Attrition	۱٦۸٦۳/۳
	Creation	٤۸۰٦/۲
	Dissection	٦۰۰۲/٦
بندر ماهشهر	Attrition	٥٥٦۲
	Aggregation	۱٦۸٤/۹
	Creation	۹٥٥/٥

جدول ۷ مقادیر سنجه‌ها در سیمای سرزمین در مناطق مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۹۹۸- ۲۰۱۸ را نشان می‌دهد. بر همین اساس سنجهٔ NP در تمامی شهرها روند افزایش داشته است و بیشترین افزایش در شهر آبادان و کمترین میزان در شهر بندر امام خمینی (ره) مشاهده می‌شود. سنجهٔ LPI در تمامی شهرها جزء خرمشهر روند کاهشی را داشته است. سنجهٔهای ED و TE در تمامی شهرها جزء خرمشهر روند افزایشی داشته‌اند و بیشترین مقدار برای شهر آبادان می‌باشد.

جدول ۷- مقادیر سنجه‌ها در سیمای سرزمین در مناطق مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۹۹۸- ۲۰۱۸

سنجه	شهر	۱۹۹۸	۲۰۱۸	درصد تغییرات
NP	آبادان	٥٦۱	۱۱٥۳	۸/٤
	خرمشهر	۹۹	۱۹۸	¾
	بندر امام‌خمینی	۹۰	۱۰٦	۱/۸
	ماهشهر	۳٥	۱۱٦	۳/٥
LPI	آبادان	٤٦/۲	٤۳	-۰/٤
	خرمشهر	٥۰/٤	٥۳/۹	۰/٥
	بندر امام‌خمینی	۸۸/٥	۷۸/۹	-۰/۸
	ماهشهر	۱۰٤/۷	۸۸/٤	-۱/۲
TE	آبادان	۹٤۱۸٥۰	۱۹۰۲۸۲٥	٤/٤

ادامه جدول ۷

سنجه	شهر	۱۹۹۸	۲۰۱۸	درصد تغییرات
	خرمشهر	۱۰۲۳۱۵۹	۸۶۳٤٦۰	-۱/۸
	بندر امام‌خمینی	۲۵۱٤٦۰	۲۵۲۸٤۰	۰/۲
	ماهشهر	۱۷۵۳۲۰	۳۹٤۱۱۰	۱/۹
ED	آبادان	۳۲/۵	۷٦/۵	۳/۳
	خرمشهر	۳٤/٦	۳۱	-۰/۲
	بندر امام‌خمینی	٤۳/۷	٤٤	۰/۱
	ماهشهر	۱۵/۱	۳٤/۲	۲/٤

٤-نتیجه‌گیری

از آنجا که رشد بی‌رویۀ شهرنشینی و افزایش جمعیت شهرنشین لزوم توجه به مسائل شهری را برای برنامه‌ریزان و دست‌اندرکاران امور شهری ناگریز کرده است (Millera & Brewer, 1992). مدیریت خوب سیستم‌های شهری نیاز به درک درستی از ماهیت اجزای سیمای سرزمین دارد (رضایی و همکاران، ۱۳۹٦). پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی شهرهای آبادان، خرمشهر، بندرامام خمینی (ره) و بندر ماهشهر چهار شهر ساحلی و صنعتی استان خوزستان با به‌کارگیری سنجه‌های آمایش سرزمین انجام گرفت. نتایج حاضر می‌تواند به‌عنوان راهکاری مناسب برای بررسی روند تغییرات پوشش سرزمین در چهار شهر مورد مطالعه و نقشۀ راهی برای تدوین برنامه‌های بلندمدت به کار گرفته شود. بدین منظور در ابتدا طبقه‌بندی تصاویر توانست چهار کلاس کاربری شامل، مناطق مسکونی، مناطق دارای پوشش‌گیاهی، رودخانه (منابع آب) و زمین‌های بایر برای مناطق مورد مطالعه (آبادان، خرمشهر، بندر ماهشهر و امام خمینی (ره)) تفکیک نماید. در تمامی شهرهای بیشترین مساحت متعلق به کلاس بایر بوده است. مطابق با پارامترهای به دست آمده از نرم‌افزار Fragstats، می‌توان استنباط کرد.

مقایسه نتایج این پژوهش با سایر مطالعات، (رضایی و همکاران (۱۳۹٦)، کاویانی و همکاران، (۱۳۹٤)، De Barros Ferraz et al(۲۰۰۵)، Deng et al(۲۰۰۹)، Fan & Myint(۲۰۱۷)) نشان می‌دهد، میزان مساحت مناطق مسکونی در هر چهار شهر در طی این چهار سال افزایش داشته است و بر مساحت مناطق مسکونی افزوده شده است.

- میزان مساحت کاربری پوشش‌گیاهی در دو شهر خرمشهر وآبادان رو به کاهش بوده است و روند نزولی داشته است و از میزان پوشش‌گیاهی منطقه کاسته شده است که با نتایج تحقیق (طالبی‌امیری و همکاران، (۱۳۸۸)، رضایی و همکاران (۱۳۹٦)، کرمی و فقهی (۱۳۹۰)) تطابق دارد. در حالی‌که در دو شهر بندرامام خمینی (ره) و بندر ماهشهر کاربری پوشش گیاهی روند رو به افزایش داشته است و بر میزان پوشش‌گیاهی

منطقه افزوده شـده اسـت که این امر بیانگر خردشـدگی، کاهش پیوستگی و وجود اختلال در سرزمین است که در نتیجه گسترش اراضی مناطق مسکونی ایجاد شده است.

- بندر امام‌خمینی (ره) از یکپارچگی بیشـتری نسـبت به سایر شهرها برخوردار می‌باشد که این امر بیانگر ساختار درشت دانه است در حالی‌که در آبادان به دلیل جزیره‌ای بودن کمتر از سایر شهرها می‌باشد.
- نتایج بدسـت‌آمده از کاربرد متریک‌های مورد اسـتفاده از تحقیق نیز بیانگر کارآیی متریک‌های مسـاحت کلاس، شـاخص بزرگترین لکه، تعداد لکه در بررسـی و تحلیل تغییرات است که با یافته‌های بدست آمده از تحقیقات Millera & Brewer(۲۰۱۸)، Fan & Myint(۲۰۱۷)، رضـایی و همکاران (۱۳۹٦)، کیانی و فقهی (۱۳۹٤)، مطابقت دارد.
- نتایج به دسـت‌آمده از سـنجه‌های آنتروپی نرمال‌سازی شده و غنای نسبی با نتایج تحقیق Plexida et al(۲۰۱٤) مطابقت دارد.
- با توجه به رشـد کنترل‌نشـده اراضـی مسـکونی و زراعی طی دوره بیسـت سـاله گذشـته، برای جلوگیری از تخریب بیشـتر و همچنین حفظ پوشـش‌های گیاهی، که می‌تواند سـبب فروافت یا نابودی سـاختار و به تبع فروافت کارکرد و خدمات آنها شـود، پیشـنهاد می‌شـود. آمایش سـرزمین بر مبنای عناصـر سـاختاری سـیمای سـرزمین و مفاهیم سیمای سرزمین انجام شود. بررسی مجموعه‌ای شاخص‌های سیمای سرزمین در طول زمان مفید است. برای کمی‌کردن، توصیف، سـنجش و تغییـر و تحـولات استفاده از برنامه‌های FRAGSTATSو Arc GIS و TerrSatبسـیار کاربردی است. بنابراین برای بـــه‌دســـت آوردن اطلاعـــات مربوط به درک و مدیریت اکوسیستم‌ها، توصیه می‌شود. مدیران منابع از شاخصهای سیمای سـرزمین بـرای تجزیـه و تحلیـل تغییـــر و پویـایی الگـوی لکـه‌هـای زادآوری موجـود در اکوسیستم‌های جنگلی در طول زمان با توجه به تأثیر عوامل مختلف و چگونگی فعالیت‌های انسان و تأثیرش بر منطقه استفاده شود.
- همین‌طور پیشـنهاد می‌شـود مدل‌سـازی توسعهٔ شهرهای استان‌های جنوبی کشور بر مبنای سناریوهای مختلف توسـعه انجام گیرد و نتایج آن برای تصـمیم‌گیری مناسـب‌تر در زمینهٔ مدیریت و برنامه‌ریزی توسعهٔ شهر به کار گرفته شود.

کتابنامه

رضـایی، فاطمه، فلاحتکار، سـامره، داداش‌پور، هاشـم؛ ۱۳۹٦. تغییرات فضـایی- زمانی شـکل شـهرهای سـاحلی و غیرسـاحلی اسـتان مازندران با به کارگیری سـنجه‌های سـیمای سرزمین. *مجله آمایش سرزمین*. دورهٔ نهم. شمارهٔ اول. ۷۹-۵۷

سـلیمان‌نژاد، لیلا، فقهی، جهانگیر، مخدوم، مجید، نمیرانیان، منوچهر؛ ۱۳۹۳. بررسـی الگوی مکانی پارک‌های تهران توسط سنجه‌های سیمای سرزمین . *مجله پژوهش‌های محیط‌زیست*. سال ۵ . شماره ۹. ۳٤ – ۲۵

طالبی‌امیری، شـیما، آذری دهکردی، فرود، صادقی، سیدحمیدرضا، صوف‌باف، سیدرضا؛ ۱۳۸۸. تحلیل تخریب سیمای سـرزمین حوزه آبخیز نکا با اسـتفاده از متریک‌های اکولوژی سـیمای سـرزمین. *مجله علوم محیطی*. سـال شـشم. شماره سوم. ۱٤٤-۱۳۳.

عزیزخانی، نجمه؛ ۱۳۹٦. *ارزشـگذاری اقتصادی سیمای سرزمین با تلفیق بوم شناسی سیمای سرزمین با اقتصاد سیمای سرزمین (مطالعه‌ی موردی، شهر همدان)*. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی – محیطزیست دانشگاه ملایر. استاد راهنما کامران شایسته

کاویانی، آزاده، فرهودی، رحمت‌الله، رجبی، آزیتا؛ ۱۳۹٤. تحلیل الگوی رشـد تهران با رویکرد بوم‌شـناسـی سـیمای سرزمین. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*. دورهٔ ۳. شمارهٔ ٤. ٤۰۷-٤۲۹.

کرمی، آرش، فقهی، جهانگیر؛ ۱۳۹۰. بررسـی کمی‌کردن سـنجه‌های سـیمای سـرزمین در حفاظت از الگوی کاربری اراضـی پایدار (مطالعهٔ موردی- استان کهگلیویه و بویراحمد) . *مجله محیط شناسی*. سال سی و هفتم. شمارهٔ ٦۰. ۷٦- ۸۸

کیانی، واحد، فقهی، جهانگیر؛ ۱۳۹٤. بررسـی سـاختار پوشـش / کاربری حوزه آبخیز سفیدرود با استفاده از سنجه‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین. *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*. دوره ۱۷. ۱٤۲-۱۳۱

مختاری، زهرا، سـیاح نیا، رومینا؛ ۱۳۹٦. *مبانی مطالعه و کمی سـازی سـاختاری سـیمای سـرزمین به همراه راهنمای نرم‌افزار Fragstats 4.2* . تهران: انتشارات آوای قلم.

مرادی، عباس، تیموری، حسـن، دژکام، صادق؛ ۱۳۹٤. پایش تغییرات فیزیککی سیمای سرزمین شهر کرج با استفاده از تحلیل سینوپتیک و تصاویر ماهواره‌ای. *مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. دورهٔ نوزدهم. شمارهٔ ۱. ۱٤۷-۱۲۷.

نظرنژاد، حبیب، حسینی، مرتضی، حمزه، سالار؛ ۱۳۹۷. تحلیل تغییرات زمانی- مکانی اراضی پردانان پیرانشهر با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین . *فصلنامهٔ علمی – پژوهشی پژوهش و توسعه جنگل*. جلد ٤. شماره ۲. ۲۵۵-۲٤۱.

نوحه‌گر، احمد، جباریان امیری، افراخته، روشـنک؛ ۱۳۹٤. تحلیل کاربری سـرزمین در بخش مرکزی گیلان با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین . *مجله جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای*. شماره ۱۵. ۲۱٤-۱۹۷

Apan, A.A., S.R. Raine and M.S. Paterson., 2002. *Mapping and Analysis of Changes in the Riparian Landscape Structure of the Lockyer Valley Landscape Change- Issues of Scale, Resolution and Interpretability*. Journal of Ecological Indicators, 2(1-2)-3-15

Buyantuyev, A., & Wu, J., 2010. *Urban heat islands and landscape heterogeneity- Linking spatiotemporal variations in surface temperatures to land-cover and socioeconomic patterns.* Landscape Ecology, 25, 17–33. http-//dx.doi.org/10.1007/s10980-009- 402-4

de Barros Ferraz, S. F., C. A. Vettorazzi, D. M. Theobald & M. V. R. Ballester., 2005. *Landscape Dynamics of Amazonia Deforestation Between 1984 and 2002 in central Rondonia Brazil*, Assessment and Future Scenarios, Forest Ecology and Management, 204(1)- 69-85

Deng, J.S., Wang, K., Hong, Y. and Qi, J.G., 2009. *Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization*. Landscape and urban planning, 92(3), pp.187-198

Fan, Chao, Myint , Soe., 2017. *A comparison of spatial autocorrelation indices and landscape metrics in measuring urban landscape fragmentation*, Journal, Landscape and Urban Planning, vol 121 , 117–128

Gulink,H., 2001. *A framework for comparative landscape analysis and evaluation based on land cover data with an application in the Madrid region (Spain)*, Landscape and urban planning, Vol. 55, No. 4 pp. 257–27

Meliadis, I., Kassioumis, K., 2010. *The combined use of remote sensing and GIS for the study of a Special Protected Area in Greece*. In- Proceedings of the third International Conference Ecosystems and Sustainable Development, Alicante, Spain, pp. 409–417

Millera, James, Brewer, Tim., 2018. *Refining flood estimation in urbanized catchments using landscape metrics*, Journal Landscape and Urban Planning, vol 175. 34-49.

Newman, P.W.G. and Kenworthy, J.R., 1992. *Is there a role for physical planners*. Journal of the American Planning Association, 58, pp. 353-362

O'Neill, R., Krummel, J., Gardner, R., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D., Milne, B., Turner, M., Zygmunt, B., Christensen, S., Dale, V., & Graham, R., 1988. *Indices of landscape pattern*. Landscape Ecology, 1, 153–162

Patil, G. P., E.C.,Pielou, and W.E.,Waters., 1971. *Spatial patterns and statistical distributions. University Park (PA)*- Pennsylvania State University

Plexida Sofia, Athanassios. Sfougaris, Ioannis. Ispikoudis, Vasilios. Papanastasis., 2014. *Selecting landscape metrics as indicators of spatial heterogeneity—A comparison among Greek landscapes*, Journal International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, vol 25, 26-35.

Wu, J., 2008. *Making the case for landscape ecology- An effective approach for urban sustainability*. Landscape Journal, 27(1), 41–50. http-//dx.doi.org/10.3368/lj.27.1.41